

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-090283

(43)Date of publication of application : 27.03.2002

(51)Int.Cl.

G01N 13/14
G02B 6/122
G11B 7/135
G12B 21/06

(21)Application number : 2000-277109

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 12.09.2000

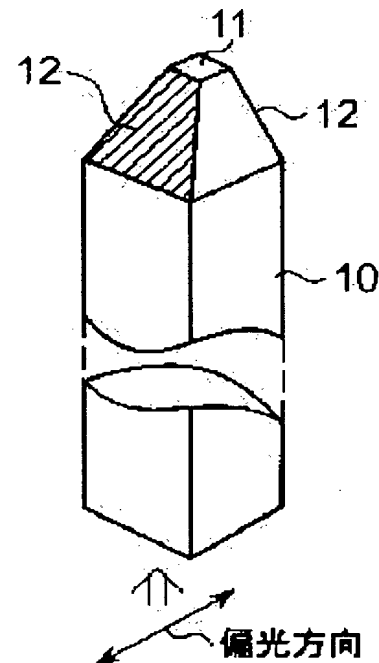
(72)Inventor : HATAGOSHI GENICHI

(54) OPTICAL PROBE AND OPTICAL PICKUP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical probe in which the spot diameter can be minimized and transmission efficiency of light can be enhanced.

SOLUTION: In the optical probe for obtaining a micro spot light, a rod-like glass body 10 having rectangular cross-section is employed as a core for propagating light. The glass body 10 is constricted on the forward end side to decrease the diameter of a micro end face part 11 at the forward end. Furthermore, the glass body 10 is coated with a light absorber 12 of metal film on the side face thereof perpendicular to the polarizing direction of light.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-90283

(P2002-90283A)

(43) 公開日 平成14年3月27日 (2002.3.27)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 N 13/14

G 0 1 N 13/14

B 2 H 0 4 7

G 0 2 B 6/122

G 1 1 B 7/135

A 5 D 1 1 9

G 1 1 B 7/135

G 0 2 B 6/12

B

G 1 2 B 21/06

G 1 2 B 1/00

6 0 1 C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願2000-277109(P2000-277109)

(22) 出願日

平成12年9月12日 (2000.9.12)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 波多腰 玄一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 2H047 KA03 KA13 LA09 MA03 QA02

QA04 RA04 TA03 TA11

5D119 AA11 AA22 AA43 BA01 CA06

DA01 DA05 EC35 JA34 JA35

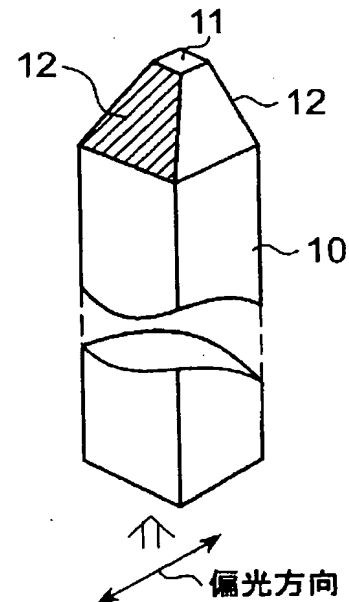
JA64 JB03 NA05

(54) 【発明の名称】 光プローブ及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 スポット径の極小化が可能で、且つ通過する光の透過効率を高くできる。

【解決手段】 微小スポット光を得るための光プローブにおいて、光を伝搬させるためのコアとして、断面矩形状の棒状のガラス体10を用い、このガラス体10の先端側を絞り込んで先端部の微小端面部11の径を小さくし、さらにガラス体10の光の偏光方向に垂直な方向の側面に金属膜からなる光吸収体12をコーティングした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を伝搬させるコアと、このコアを伝搬する光の進行方向に垂直な第 1 の方向に対向する該コアの側面に設けられた光吸収体と、前記光の進行方向及び第 1 の方向にそれぞれ垂直な方向に対向する前記コアの側面に設けられた、該コアよりも屈折率が低い透明なクラッド領域とを具備してなることを特徴とする光プローブ。

【請求項 2】 光を伝搬させるコアと、このコアを伝搬する光の偏光方向にほぼ垂直な方向の該コアの側面に設けられた光吸収体と、前記光の偏光方向にほぼ平行な方向の前記コアの側面に設けられた、該コアよりも屈折率が低い透明なクラッド領域とを具備してなることを特徴とする光プローブ。

【請求項 3】 前記光吸収体は、金属膜からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光プローブ。

【請求項 4】 前記コアは、誘電体又は半導体からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光プローブ。

【請求項 5】 前記コアは棒状の光ファイバの先端側を端面が小径となるように絞り込み加工されたもので、前記光吸収体は該光ファイバの絞り込み加工された部分にコーティングされていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光プローブ。

【請求項 6】 請求項 1 又は 2 に記載の光プローブと、このプローブの基端側に光を入射して該プローブの先端側から光を出射させるための光源と、前記プローブの先端側に入射され、該プローブの基端側から出射される光を受光するための受光部とを具備してなることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、微小スポット光を得るための光プローブと、この光プローブを用いた光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、光の回折限界以下の分解能で光ディスクに記録を行ったり、被測定体の表面の観測を行うため、近接場光を利用した光プローブが用いられている。これは、例えば文献 1 (S.Mononobe et al.: "Reproducible fabrication of a fiber probe with a nanometric protrusion for near-field optics", Appl. Opt., Vol. 36, No. 8(1997) pp. 1496-1500.) や文献 2 (Y.Kim et al.: "Fabrication of micro-pyramidal probe array with aperture for near-field optical memory applications", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 39, No. 3B(2000) p. 1538-1541.) に開示されている。この光プローブでは、例えば光ファイバの先端側を先鋭化してその側面に金属をコーティングし、光を微小領域に閉じ込めて微小スポットを得ている。

【0003】 しかしながら、この種の光プローブにおい

ては、側面にコーティングした金属による吸収のため、光の透過効率が極めて低いという問題がある。金属をコーティングしなければ吸収損失は避けられるが、そうすると光のしみ出しが大きくなり、微小スポットは得られない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このように従来、光ファイバの先端側面に金属をコーティングした光プローブにおいては、該プローブを通過する光の透過効率が極めて低く、またコーティングしないと所望の微小スポットが得られないという問題があった。

【0005】 本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、コア部への光の閉じ込めによりスポット径の極小化をはかることができ、且つコア部を通過する光の透過効率を十分高くできる光プローブを提供することにある。

【0006】 また、本発明の他の目的は、上記の光プローブを用いて、光ディスクへの記録や被測定体の表面観測を行うための光ピックアップ装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 (構成) 上記課題を解決するために本発明は次のような構成を採用している。

【0008】 即ち本発明は、微小スポット光を得るための光プローブにおいて、光を伝搬させるコアと、このコアを伝搬する光の進行方向に垂直な第 1 の方向に対向する該コアの側面に設けられた光吸収体と、前記光の進行方向及び第 1 の方向にそれぞれ垂直な方向に対向する前記コアの側面に設けられた、該コアよりも屈折率が低い透明なクラッド領域とを具備してなることを特徴とする。

【0009】 また本発明は、微小スポット光を得るための光プローブにおいて、光を伝搬させるコアと、このコアを伝搬する光の偏光方向にほぼ垂直な方向の該コアの側面に設けられた光吸収体と、前記光の偏光方向にほぼ平行な方向の前記コアの側面に設けられた、該コアよりも屈折率が低い透明なクラッド領域とを具備してなることを特徴とする。

【0010】 ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

(1) 光吸収体は金属膜からなること。

(2) コアは、誘電体からなること。

(3) コアは、半導体からなること。

【0011】 (4) コアは棒状の光ファイバの先端側を端面が小径となるように絞り込み加工されたもので、光吸収体は該光ファイバの絞り込み加工された部分にコーティングされていること。

(5) コアの先端の端面形状は矩形であり、該矩形において、光の偏光方向にほぼ垂直な方向の距離は、偏光方向にほぼ平行な方向の距離よりも短いこと。

【0012】また本発明は、光を利用して記録媒体の記録・再生或いは被検査体の表面観測等を行うための光ピックアップ装置において、上記構成の光プローブと、このプローブの基端側に光を入射して該プローブの先端側から光を出射させるための光源と、前記プローブの先端側に入射され、該プローブの基端側から出射される光を受光するための受光部とを具備してなることを特徴とする。

【0013】ここで、光プローブの基端側にはレンズ及びハーフミラーが配置され、光源からの光はハーフミラーで反射され、レンズを通して光プローブの基端側に集光され、光プローブの基端側から出射される光はレンズ、ハーフミラーを通して受光部に集光されることを特徴とする。

【0014】（作用）本発明によれば、コアを伝搬する光の偏光方向とほぼ垂直な方向のコアの側面に光吸収膜を設けることにより、この方向に対する光のしみ出しを無くして微小スポット光を得ることができる。さらに、コアを伝搬する光の偏光方向と平行な方向のコアの側面には透明なクラッド領域を設けることにより、光透過効

率を高くすることができる。しかも、光吸収膜の存在に対する伝搬損失やスポット径の大きさがTMモードとTEモードとで異なることを有効に利用することにより、上記の目的をより有効に達成することができる。これにより、スポット径の極小化が可能で、且つ通過する光の透過効率を高くすることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0016】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係わる光プローブの概略構成を示す斜視図である。

【0017】図中10は断面が矩形の棒状ガラス体（コア）であり、このガラス体10の先端側は端部が絞り込まれるように錐体状に加工されている。そして、先端の微小端面部11の大きさは、例えばコアを伝搬する光の偏光方向が50nm、これと直交する方向が200nmとなっている。ガラス体10の先端部の斜面となっている4つの側面のうち、コアを伝搬する光の偏光方向に垂直な2つの側面には、金属膜からなる光吸収膜12がコーティングされている。それ以外の側面、即ち光の偏光方向とほぼ平行な方向の側面には光吸収膜はコーティングされておらず、透明なクラッド領域となっている（この場合は空気に接している）。

【0018】なお、上記の光プローブの製造に際し、先端側を錐体状に加工する工程としては、エッチングや研磨を行えばよい。また、棒状ガラス体として既存の光ファイバを用いることも可能である。

【0019】本実施形態の特徴は、コアを伝搬する光の偏光方向と垂直な方向の側面にのみ光吸収膜を設けたこ

とである。これにより、光プローブを通過する光の損失を極めて小さくできる。その原理について、以下に説明する。

【0020】図2は、ガラスコアと金属クラッドからなる平面型光導波路の伝搬損失 α （ cm^{-1} ）を計算した例を示したものである。ここでは、金属として金（Au）を用いた場合を示した。図から分かるようにコア内波長（コア幅） W （nm）が半波長（ $\lambda / (2n)$ ）： n は屈折率でガラスの場合は $n = 1.5$ ）以下になると、TEモードの伝搬損失は急激に増加する。これは、導波モードの金属中へのしみ出しの割合が大きくなり、金属による吸収の影響が大きくなるためである。この領域ではTEモードは殆ど伝搬できないことになる。

【0021】一方、TMモードの伝搬損失は、半波長以下のコア幅になってもそれ程増加しない。従って、TMモードに対しては金属があっても損失の増加は顕著ではないことが分かる。

【0022】図3は、図2の場合と同じ導波路構造に対して、伝搬する光のスポット径を計算したものである。注目すべきことは、コア幅が50nm以下の領域ではTEモードのスポット径が増加するのに対し、TMモードのスポット径は増加しないことである。

【0023】図2、図3より、微小コア幅の領域では、TMモードのスポット径が小さく、かつ伝搬損失が小さいことが分かる。

【0024】図1の本実施形態は、この特性を利用したもので、TMモードとなる方向の側面にのみ金属をコーティングすることによって、この方向に対する吸収損失の増加を軽減したものである。もう一方のTEモードとなる方向に対しては金属をコーティングしてないため、吸収損失は殆どない。なお、TEモードとなる方向には十分小さいスポットを得ることはできないが、例えば微小端面部11の径を200nm程度とすることによって、スポット径として400nmを得ることができる。

【0025】図4は、ガラスコア／空気クラッドの平面型導波路に対してスポット径を計算した結果を示したものである。空気がクラッドの場合は、上述のようにTEモードに対してはコア幅200nmで最小スポットとして400nm程度が得られる。また、前記図3からは金属クラッドの場合には、TMモードに対してコア幅とほぼ同じスポット径が得られる。従って、例えばその方向の幅を50nmとすると、端面形状が50nm×200nmの光プローブで、50nm×400nmのスポットが得られることになり、かつ損失の小さいプローブを実現できる。

【0026】このように本実施形態によれば、ガラス体10の先端側を錐体状に加工し、先端側の斜面となっている4つの側面のうち、コアを伝搬する光の偏光方向に垂直な2つの側面に金属膜からなる光吸収膜12をコーティングすることにより、この方向に対する光のしみ出

しを無くして微小スポット光を得ることができる。また、4つの側面のうち、コアを伝搬する光の偏光方向に平行な2つの側面には光吸収膜12を形成せずに透明な空気に接するようにしているので、この方向に対しては光透過効率を高くすることができる。従って、先端端面部11の形状を、コアを伝搬する光の偏光方向に垂直な方向で50nm、平行な方向で200nmとすることにより、50nm×400nmの微小スポット光を得ることができ、しかも通過する光の透過効率を十分に高くすることができる。

【0027】(第2の実施形態)図5は、本発明の第2の実施形態に係わる光プローブの概略構成を示す斜視図である。

【0028】図中20はGaP基板であり、この基板20の中央部にはピラミッド状の突起部20'が設けられている。突起部20'の先端の微小端面部21は矩形となっている。突起部20'の4つの側面のうち、突起部20'を伝搬する光の偏光方向に垂直な2つの側面、及びこれに連続する基板20の上面には、金属膜からなる光吸収膜22がコーティングされている。ここでは、光吸収膜22としてアルミニウム(A1)を用いている。それ以外の側面、即ち光の偏光方向とほぼ平行な方向の側面には光吸収膜22はコーティングされておらず、透明なクラッド(この場合は空気)に接している。

【0029】図6は、GaPコアとA1クラッドからなる平面型光導波路の伝搬損失を計算した例を示したものである。この場合にも、微小コア幅領域ではTEモードの損失が急激に増加するのに対し、TMモードの損失はあまり増加しない。

【0030】図7は、GaPコア/A1クラッドの平面型導波路構造に対して、伝搬する光のスポット径を計算したものである。また、図8はGaPコア/空気クラッドの平面型導波路構造に対して、伝搬する光のスポット径を計算したものである。両図から分かるように、TMモードに対しては金属クラッドでほぼコア幅のスポット径が得られ、またTEモードに対しては空気クラッドで、コア幅60nmに対して約130nmのスポット径が得られる。

【0031】従って、例えば微小端面部22の形状を突起部20'を伝搬する光の偏光方向に平行な方向で50nm、偏光方向に垂直な方向で60nmとすることにより、50nm×130nmの微小スポット光が得られることになり、かつ損失の小さい光プローブを実現できることになる。

【0032】(第3の実施形態)図9は、本発明の第3の実施形態に係わる光ピックアップ装置を示す概略構成図である。

【0033】図中の30は第2の実施形態で説明した光プローブである。31は光源としてのレーザダイオード(LD)、32は受光素子としてのフォトダイオード

(PD)、33はハーフミラー、34は投影レンズ、35、36は集光レンズ、38は被検査体を示している。

【0034】LD31から出射されたレーザ光は、集光レンズ35により集光され、ハーフミラー33で反射され、投影レンズ34により光プローブ30の基端側に照射される。光プローブ30に入射した光は、該プローブ30内を通りそのスポット径が微小化されて先端から出射され、被検査体38の表面に照射される。

【0035】被検査体38の表面で反射した光の一部は、光プローブ30の先端に入射し、該プローブ30内を通り、基端側から出射される。光プローブ30の基端側から出射された光は、ハーフミラー33を通り集光レンズ36により集光されてPD32に結像される。

【0036】ここで、PD32の検出信号は、被検査体38の光照射部の表面状態を反映したものとなる。従って、光プローブ30と被検査体38とを相対的に平行移動させることにより、PD32の検出信号を元に被検査体38の表面状態を観察することが可能となる。

【0037】また、LD31から出射される光の偏光方向は紙面上下方向であり、ハーフミラー33で反射された光の偏光方向は紙面左右方向となる。従って、光プローブ30において光吸収体22がコーティングされた側面が、突起部20'を伝搬する光の偏光方向に垂直な2つの側面となり、これにより光を微小スポットに絞ることが可能となっている。図9では、LD31からの出射光は紙面上下方向に偏光しており、光プローブ30の吸収体22は、図に示したように左側面と右側面に設けられている。LD31からの光の偏光方向がこれと垂直な方向(紙面表裏方向)の場合には、吸収体22を手前側面と後側面に設ければよい。

【0038】このように本実施形態では、第2の実施形態で説明した光プローブ30を用いると共に、光プローブ30に対し光を導入する機構(31、33、34、35)及び光プローブ30から光を導出する機構(32、33、34、36)を設けることにより、被検査体38に照射する光を微小スポットに絞ることができ、且つ被検査体38の表面の微視的領域からの光を検出することができる。このため、光の回折限界以下の分解能で記録を行ったり、被検査体表面の状態を高精度に測定することができる。

【0039】なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。実施形態ではコア部(第1の実施形態ではコア全体、第2の実施形態ではコアの突起部)の断面形状を矩形としたが、これを円形や楕円形にしてもよい。円や楕円の場合、側面にコーティングする金属膜は、光の偏光方向に対向する領域(偏光方向に対して90±45度の範囲内に位置する面)に形成すればよい。

【0040】また、光吸収膜は、金やアルミニウムに限るものではなく、光を吸収できるものであれば他の金属

を用いることができる。さらに、金属以外の材料を用いることも可能である。また、光吸収膜を形成する以外の面は必ずしも空気に接している必要はなく、この面にコアよりも屈折率が低い透明な膜をコーティングしてもよい。さらに、コアの材料はガラスや半導体に限るものではなく、光を十分に透過するものであればよく、実施形態より短い波長に対してはGaN等を用いることも可能である。

【0041】その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0042】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、光を伝搬させるコアに対し、光の偏光方向にほぼ垂直な方向の側面に光吸収体を設け、光の偏光方向にほぼ平行な方向の側面は該コアよりも屈折率が低い透明なクラッド領域としているので、コア部への光の閉じ込めによりスポット径の極小化をはかることができ、且つコア部を通過する光の透過効率を十分高くすることができる。従って、波長より短い径のコア部を通過する光の効率を大幅に向上した光プローブ及びこれを用いた光ピックアップ装置を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係わる光プローブの概略構成を示す斜視図。

【図2】ガラス/Au導波路における伝搬損失の計算例を示す図。

*【図3】ガラス/Au導波路におけるスポット径の計算例を示す図。

【図4】ガラス/空気導波路におけるスポット径の計算例を示す図。

【図5】第2の実施形態に係わる光プローブの概略構成を示す斜視図。

【図6】GaP/Al導波路における伝搬損失の計算例を示す図。

【図7】GaP/Al導波路におけるスポット径の計算例を示す図。

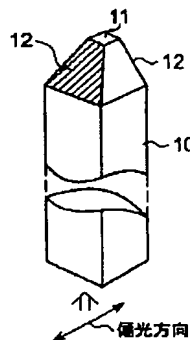
【図8】GaP/空気導波路におけるスポット径の計算例を示す図。

【図9】第3の実施形態に係わるピックアップ装置を示す概略構成図。

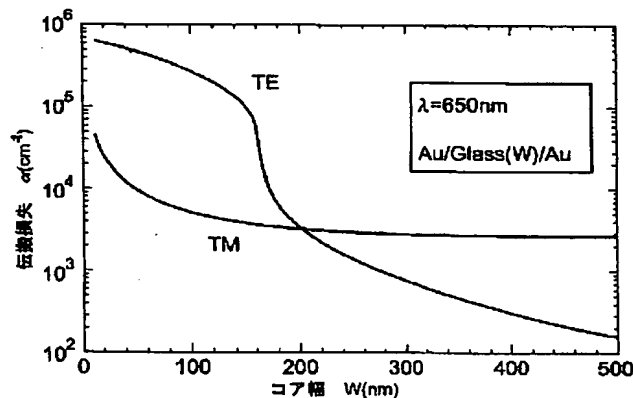
【符号の説明】

- 10…ガラス体（コア）
- 20…GaP基板（コア）
- 11, 21…端面部
- 12, 22…光吸収膜
- 30…光プローブ
- 31…LD（光源）
- 32…フォトダイオード（受光素子）
- 33…ハーフミラー
- 34…投影レンズ
- 35, 36…集光レンズ

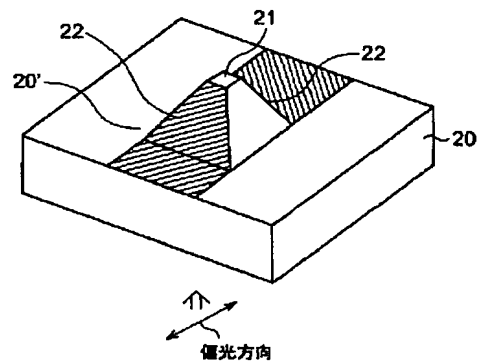
【図1】



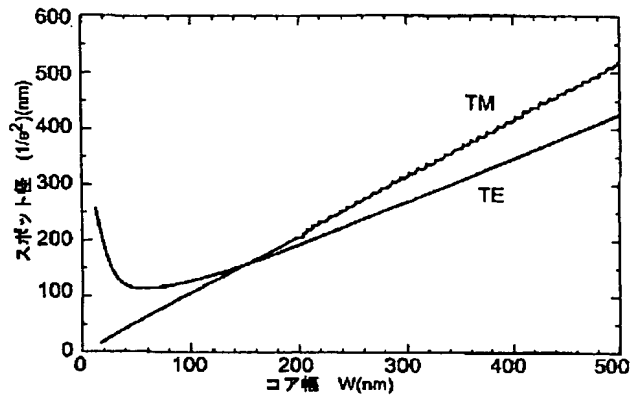
【図2】



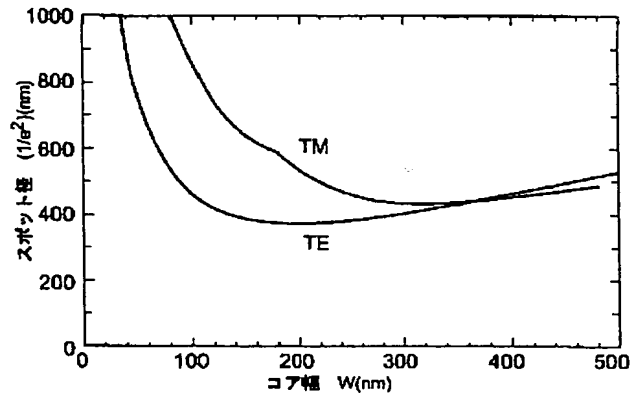
【図5】



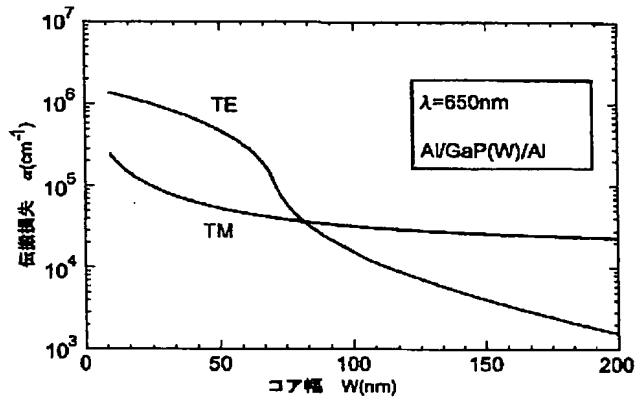
【図3】



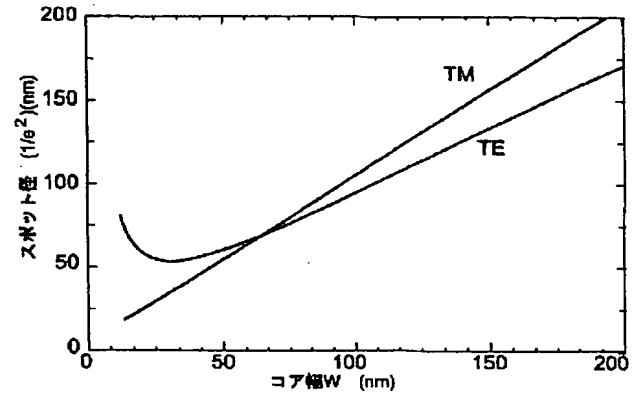
【図4】



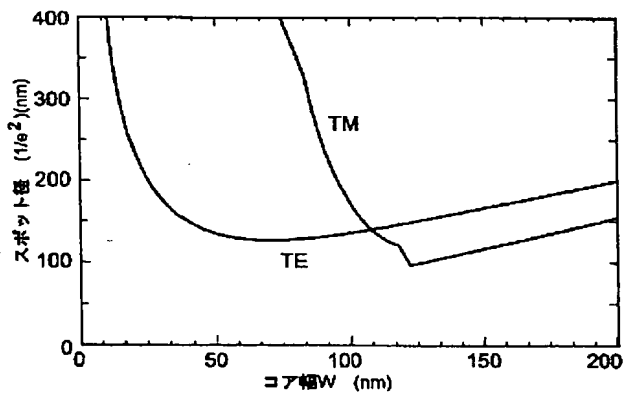
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

